

PAT-NO: JP410223811A
DOCUMENT- JP 10223811 A
IDENTIFIER:

TITLE: HEAT SPREADER, SEMICONDUCTOR DEVICE USING THIS AND
MANUFACTURE OF HEAT SPREADER

PUBN-DATE: August 21, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY
OKIKAWA, SUSUMU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY
HITACHI METALS LTD N/A

APPL-NO: JP09027945

APPL-DATE: February 12, 1997

INT-CL (IPC): H01L023/373

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat spreader, which reduces the anisotropy of a heat expansion coefficient and has superior heat conduction characteristics, a semiconductor device using this heat spreader and a method of manufacturing the device.

SOLUTION: In a heat spreader of a structure wherein striped metal plates 1 are made to laminate in such a way that the directions of striped shapes intersect each other, Cu metal layers 2 are inserted between the layers of the striped metal plates. Preferably, the metal layers 2 are arranged under the mounting surface of a semiconductor chip. This heat spreader 3 is bonded to the chip to form into a semiconductor device. The spreader 3 is obtained by a method wherein Fe-Ni alloy sheets 5 and Cu metal sheets 2 are alternately superposed, the sheets 5 and 4 are subjected to hot isostatic pressing to form into a slab, the slab is rolled in such a way that the surfaces of the sheets intersect the axis of a roll to form into the striped metal plate 1, then, the Cu metal layers 2 are made to interpose between the layers of the striped metal plates to laminate the striped metal plates and after that, the laminated material is rolled.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-223811

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 23/373

H 0 1 L 23/36

M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-27945

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月12日

(71) 出願人

000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者

沖川 進

島根県安来市安来町2107番地の2 日立金

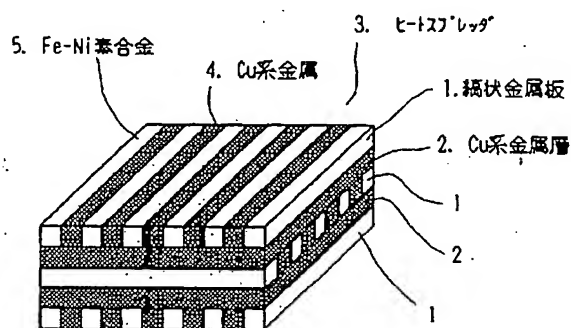
属株式会社冶金研究所内

(54) 【発明の名称】 ヒートスプレッドおよびこれを用いた半導体装置ならびにヒートスプレッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 熱膨張係数の異方性を低減し、優れた熱伝導特性を有するヒートスプレッドおよびこれを用いた半導体装置ならびにその製造方法を提供する。

【解決手段】 縞状金属板を縞状の方向が交差するように積層させた構造において、縞状金属板同士の層間にCu系金属層を挿入する。好ましくは半導体チップの搭載面にCu系金属層を配置する。このヒートスプレッドを半導体チップと接合して半導体装置とする。ヒートスプレッドは、Fe-Ni系合金シートおよびCu系金属シートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスしてスラブとし、スラブをシートの面がロールの軸と直交するように圧延して縞状金属板とし、ついで層間にCu系金属層を介在させて積層した後、圧延することにより得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Fe-Ni系合金とCu系金属が交互に積層され、面内で一方向の縞状に配置されてなる縞状金属板が、前記縞状の方向が交差するように複数枚積層されており、かつ縞状金属板間にはCu系金属層が介在することを特徴とするヒートスプレッド。

【請求項2】 ヒートスプレッドの放熱対象部品を搭載する面には、Cu系金属層が形成されていることを特徴とする請求項1に記載のヒートスプレッド。

【請求項3】 ヒートスプレッドの放熱対象部品を搭載する面の反対側には、Cu系金属層が形成されていることを特徴とする請求項2に記載のヒートスプレッド。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載のヒートスプレッドに半導体チップを搭載した半導体装置。

【請求項5】 Fe-Ni系合金のシートおよびCu系金属のシートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスにより接合してスラブとし、該スラブを前記各シートの面がロールの軸と直交するようにして圧延を行い縞状金属板とし、得られた縞状金属板複数枚を、層間にCu系金属板を介在させるとともに、隣接する縞状金属板同士を縞状の方向が交差するように積層した後、圧延することを特徴とするヒートスプレッドの製造方法。

【請求項6】 Fe-Ni系合金のシートおよびCu系金属のシートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスにより接合してスラブとし、該スラブを、前記各シートの面がロールの軸と直交するようにして圧延を行い縞状金属板とし、得られた縞状金属板複数枚を、層間にCu系金属板を介在させるとともに、隣接する縞状金属板同士の縞状の方向が交差するように積層し、かつ最外層の一方もしくは両方にCu系金属板を配置した後、圧延することを特徴とするヒートスプレッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、たとえば半導体装置を高集積化して発熱量が増大した場合にも対応できるヒートスプレッド、およびこれを用いた半導体装置、ならびにヒートスプレッドの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に装置あるいは部品に取り付け、熱を外部に逃がす部材をヒートスプレッドと呼んでいる。たとえば半導体装置には様々な形式があるが、ICの高集積化による発熱量の増大に対応して、半導体チップをヒートスプレッドに搭載し、放熱しやすい構造とした半導体装置が知られている。なお、ヒートスプレッドは、ヒートシンクあるいはヘッダーと呼ばれる場合もある。ヒートスプレッドとしては、従来放熱性を重視する場合は純銅が用いられ、半導体チップやパッケージとの熱膨張差を低減することを重視するためにはCu-Wやモリブデン板等が用いられていた。

【0003】最近、本発明者等は新しいヒートシンクとして特開平8-186203号等に、Fe-Ni系合金5とCu系金属4が交互に積層され、面内で一方向の縞状に配置された縞状金属板1をヒートスプレッドとして用いることを提案し、さらにこの縞状金属板1を互いに交差させて積層した図9に示す構造のヒートスプレッドを提案している。本発明者等が提案した特開平8-186203号等に記載したヒートスプレッドは、低熱膨張特性と高熱伝導性を確保できるという利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した縞状金属板によるヒートスプレッドは、その接合によって半導体チップそのもの、あるいは樹脂もしくはセラミックスよりなるパッケージに対して応力を発生するのを防止できる技術として注目されるものである。本発明者は、上述したヒートスプレッドに対して、検討を行ったところ、縞状金属板を互いに交差させて積層した構造のヒートスプレッドは、熱膨張係数の異方性を低減できるという優れた効果が期待できるものの、熱伝導能力が十分ではなく、さらなる改良が必要であることがわかった。本発明の目的は、縞状金属板を互いに交差させて積層した構造のヒートスプレッドに対して、熱膨張係数の異方性を低減できるという効果を損ねることなく、優れた熱伝導特性を有するヒートスプレッドおよびこれを用いた半導体装置ならびにヒートスプレッドの製造方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者は、縞状金属板を積層させた構造において、熱伝導特性が低下する原因は、縞状金属板同士の接合面において、熱抵抗が大きくなるためであることを見いだした。そして、これを解決するために、縞状金属板同士の層間にCu系金属板を導入すれば、熱伝導能力を大きく改善できることを見だし本発明に到達した。

【0006】すなわち本発明は、Fe-Ni系合金とCu系金属が交互に積層され、面内で一方向の縞状に配置されてなる縞状金属板が、前記縞状の方向が交差するように複数枚積層されており、かつ縞状金属板間にはCu系金属層が介在するヒートスプレッドである。

【0007】本発明において好ましくは、ヒートスプレッドの放熱対象部品を搭載する面に、Cu系金属層を形成する。より好ましくはヒートスプレッドの放熱対象部品を搭載する面の反対側にも、Cu系金属層を形成する。また、本発明は上述したヒートスプレッドに半導体チップを搭載した半導体装置である。

【0008】上述したヒートスプレッドは、たとえばFe-Ni系合金のシートおよびCu系金属のシートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスにより接合してスラブとし、該スラブを、前記各シートの面がロールの軸と直交するようにして圧延を行い縞状金属板とし、得られた

縞状金属板複数枚を、層間にCu系金属板を介在させるとともに、隣接する縞状金属板同士を縞状の方向が交差するように積層した後、圧延することにより得ることができる。

【0009】より好ましくは、Fe-Ni系合金のシートおよびCu系金属のシートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスにより接合してスラブとし、該スラブを前記各シートの面がロールの軸と直交するようにして圧延を行い縞状金属板とし、得られた縞状金属板複数枚を、層間にCu系金属板を介在させるとともに、隣接する縞状金属板同士の縞状の方向が交差するように積層し、かつ最外層の一方もしくは両方にCu系金属板を配置した後、圧延するものとする。

【0010】

【発明の実施の形態】上述したように、本発明の重要な特徴は縞状金属板の間にCu系金属板を挿入したことである。具体的には、たとえば縞状金属板1を3層として、層間にCu系金属層2を配置した場合は図1のようになる。本発明を構成する縞状金属板は、ヒートスプレッドの厚さ方向に高熱伝導特性を有するCu系金属4を配置したものであり、放熱対象となる半導体チップ等からの熱を逃がすのに優れた構造である。しかし、縞状金属板同士を縞状が交差するように直接積層すると、交差部分でCu系金属4のかんりの部分がFe-Ni系金属5に接合されることになり、有効な伝熱面積を得られなくなる。これに対して、本発明は接合部にCu系金属層2を介在させることにより、接合部において熱を接合面に拡散することで、優れた熱伝導特性を得たものである。

【0011】また、縞状金属板間にCu系金属層を配置することは、Cu系金属層がバインダーの役割を果たし、強固な接合体を形成できるため、この点においても熱伝導特性の改善につながり、また半導体装置用としての信頼性を高いものとして行うことができる。また、縞状金属板同士の縞状の方向を交差させる構造は、熱膨張率の異方性のある材料同士を接合させるものであり、本発明のようにCu系金属層を介在させるということは、熱膨張の異方性を緩和する応力緩衝層としても作用するという利点がある。

【0012】本発明において、ヒートスプレッドの放熱対象部品を搭載する面に、Cu系金属層を形成すれば、半導体チップなどの放熱対象部品からの熱を幅方向に拡散することが可能になる。具体的には、縞状金属板1を3層として、層間にCu系金属層2を配置し、かつ両面にCu系金属層2を配置した場合は図2のようになる。これにより、Fe-Ni系合金によって遮断され熱伝導特性にあまり寄与していなかった縞状金属板のCu系金属部分にも熱が分配されることになり、熱伝導特性をさらに向上することができる。また、このように表面にCu系金属層2を配置することは放熱対象部品となる半導

体チップ等および接合されるセラミックス等よりなるパッケージとのろう付けに起因する熱応力を緩衝する層としても作用するため有効である。また、上述した表面とは反対側にもCu層を設けることは、ヒートスプレッドを構成する層の対象性を確保し、その発生を低減する上で有効である。

【0013】本発明においては、上述したヒートスプレッド3を半導体装置用として使用する形態は問わない。典型的な例としては、半導体チップ6とヒートスプレッド3とを主要構成要素として、図3ないし図5に示す構造のものとして行うことができる。ここで、図3はヒートスプレッド付きQFP(Quad Flat Package)の構造を示す図であり、半導体チップ6とリードフレーム11とをボンディングワイヤ12にて結合したものであり、樹脂13により封止されているものである。図3において、ヒートスプレッド3は一方を半導体チップ6に接合し、他方を放熱フィン14に接合する構成としたものである。

【0014】図4はBGA(Ball Grid Array)のパッケージ、図5はPGA(Pin Grid Array)のパッケージの構造例を示す図である。これらの半導体装置は、半導体チップ6と配線基板15とをボンディングワイヤ12で結合するものである。ヒートスプレッド3は、一方を半導体チップ6および配線基板15と接合しており他方を放熱フィン14に接合する構成としたものである。図4に示すBGAのパッケージでは、樹脂13で封止するタイプであり、ボールバンプ16を有するものである。一方図5ではキャップ17で封止するタイプであり、ピン18を有するものである。

【0015】上述したヒートスプレッドは、たとえば次のように製造する。まず、Fe-Ni系合金のシートおよびCu系金属のシートを交互に重ね合せ、熱間静水圧プレスにより接合してスラブ7とする。熱間静水圧プレスにより得られたスラブ7は、そのまましくは積層端面から所定の深さに切断してから圧延する。圧延は、図6に示すように前記各シートの面がロール8の軸と直交するようにして行う。すなわち積層したシートの層が見える面側をロールとの対向面とするのである。これにより、縞状金属板1を得る。得られた縞状金属板1を、層間にCu系金属板をCu系金属層として配置してさらに圧延する。このとき、隣接する縞状金属板同士を縞状の方向が交差するようにする。これにより、本発明のヒートスプレッドの素材ができる。

【0016】Fe-Ni系合金シートとCu系合金シートを接合してスラブを得る手法としては、上述した熱間静水圧プレスに代えて、熱間ロール加工等も適用することが可能である。しかし、熱間ロール加工のような瞬間的に微小区間が強圧下される方法では、積層部に十分な積層部が得られなかったり、部分的な剥離が生ずる場合がある。また、縞状金属板としては、積層部の厚さが縞状金属板の理論的な最大幅になるため、厚い積層体を得

ことが望ましい。しかし、熱間ロール加工では、複合化のために一方に圧力を加えるものであり、厚すぎる素材は圧下できないし、十分な圧力を加えるためには大きな減面率とする必要があり、厚い積層体を得るには不利である。これに対して、熱間静水圧プレスは、装置の許容容積には依存するものの、全体に均一に圧力を適用することができ、厚い積層体を得るには有利である。

【0017】ヒートスプレッドの最外層の一方もしくは両方にCu系金属板を配置する場合は、層間だけではなく、最外層にCu系金属板を配置して圧延することにより、製造できる。また、このような圧延に際して、縞状金属板を継ぎ足して、ロングコイルにしてから圧延する方法は、作業効率を高める手法として有効である。

【0018】縞状金属板をCu系金属板を介して積層する場合の方法としては、縞状金属板とCu系金属板とを交互に積層した後、熱間静水圧プレスを施し、さらに熱間圧延し、冷間圧延で仕上げる方法、あるいは積層した後、熱間圧延し、冷間圧延で仕上げる方法等が採用できる。本発明においては、Fe-Ni系合金とCu系金属とで構成される縞状金属板の内部で圧延工程中に各層が座屈すると、熱伝導特性を大きく劣化するため、熱間圧延を適用する場合は、鉄皮をかぶせた状態で圧延することが望ましい。

【0019】また、縞状金属板をCu系金属板を介して積層するための別の方法としては、次の方法を採用することができる。縞状金属板を製造した後、圧延の長手方向に縞状である縞状金属板に対して、Cu系金属板を両面に圧延接合した複合材コイル9を準備する。そして図7に示すように、継ぎ足してロングコイル化した圧延の幅方向に縞状の縞状金属板1を前記複合材コイル9でクラッドする圧延を行うことにより、図2に示すような7層構造のヒートスプレッドを得ることができる。圧延により、接合した材料については、700℃以上に加熱する拡散処理を行い接合をより確実なものとするができる。

【0020】なお、本発明に使用するCu系金属としては、純CuあるいはCuの熱伝導率 $393\text{ W/mK} \pm 10\%$ 程度の良好な熱伝導性を有する、Cu-P合金やCu-Sn合金などのCu合金を採用することが好ましい。Fe-Ni系合金は、セラミックスに匹敵する低熱膨張の得られるオーステナイト組織を有する組成範囲が好ましい。具体的な好ましい組成範囲は、Ni30～50%、残部Feである。もちろん低熱膨張特性を損なわない範囲でその他の元素を添加もしくは置換することができる。特にCoは低熱膨張特性をさらに向上する元素として有効である。

【0021】

【実施例】

(実施例1) 板厚0.32mmの36%NiからなるFe-Ni系合金および板厚0.25mmの純CuからなるCu系金属のシートを交互に重ね、熱間静水圧用カプセルに入れて真空排気した後、900℃1200気圧2時間の熱間静水圧プレスを行って接合し、切断し厚さ20mm、幅300mmのスラブとし、これを鉄皮でくるんで、図6に示すように、縞状の方向に熱間圧延し、さらに鉄皮を除去して冷間圧延を行い1mm厚さの縞状金属板1を得た。

【0022】得られた縞状金属板1を2m長さに切断した290mm×2000mm×1mmの素材2つと、得られた縞状金属板を切断し、幅方向に縞状になるように接合して290mm×2000mm×1mmの芯材となる縞状金属板1つを準備した。次に290mm×2000mm×0.2mmの純Cu板を準備し、図2に示す7層構造に積層した。これを鉄皮でくるんで熱間圧延を行い、さらに鉄皮を除去して冷間圧延を行い、ヒートスプレッド材を得た。得られたヒートスプレッド材を31.75mm角サイズに打ち抜きヒートスプレッドを得た。(両面Cu層形成材)

【0023】また、同様にして得られた縞状金属板と純Cu板準備し、半導体チップ搭載面両側のみCu系金属層を配置した6層構造に積層し、同様にして熱間圧延と冷間圧延を施し、ヒートスプレッドを得た。(片面Cu層形成材)

また、同様にして得られた縞状金属板と純Cu板準備し、両側にCu系金属層を配置しない図1に示す5層構造に積層し、同様にして熱間圧延と冷間圧延を施し、ヒートスプレッドを得た。(表面Cu層無材)

【0024】また比較のために縞状金属板間に純Cu板を挿入しないで、同様の手法により、比較サンプル作製した。作製した各サンプルに対しては厚さ方向の熱伝導率、幅方向の熱膨張率を測定した。その結果を表1に示す。なお、表1において半導体チップ搭載面側の縞状金属板の縞状の方向をL方向とし、それに直角な方向をT方向とした。

【0025】また、得られた本発明例および比較例のヒートスプレッド3を図8に示すPGA用の25mm角の開口部を有するセラミックス製の配線基板15に銀ロウ19でロウ付けを行ない、ヒートスプレッドに発生する反り量を測定した。結果を表2に示す。

【0026】

【表1】

| 材 | 熱伝導率 (W/mK) | 熱膨張率 ($\times 10^{-6}$ 付16乗/°C) | | 備 考 |
|----------|----------------|----------------------------------|-----|------|
| | | T方向 | L方向 | |
| 両面Cu層形成材 | 180 | 7.8 | 7.7 | 本発明例 |
| 片面Cu層形成材 | 170 | 7.7 | 7.5 | 本発明例 |
| 表面Cu層無材 | 150 | 7.4 | 7.4 | 本発明例 |
| 比較例 | 130 | 7.2 | 7.0 | -- |

【0027】

* * 【表2】

| | 反り量 (μm) | | 備考 |
|----------|-----------------------|-----|------|
| | T方向 | L方向 | |
| 両面Cu層形成材 | 35 | 32 | 本発明例 |
| 片面Cu層形成材 | 36 | 33 | 本発明例 |
| 表面Cu層無材 | 38 | 35 | 本発明例 |
| 比較例 | 43 | 35 | -- |

【0028】表1に示すように、本発明のヒートスプレッダは、縞状金属板の層間に純Cu板を挿入しない比較例に比べて、熱膨張率の異方性を抑える効果を保ちつつ、優れた熱伝導率を得ることができることがわかる。また、銀ロウによる接合処理後の反り量においても、本発明のヒートスプレッダは、縞状金属板の層間に純Cu板を挿入しない比較例に比べて、ヒートスプレッダの変形を抑えることができる。これより本発明のヒートスプレッダは、半導体チップとの接合に要求される高い平坦度を満足できるがわかる。また、本発明のうち、両側にCu層を配置したサンプルが熱伝導特性、熱膨張特性、変形特性ともに優れた値ものとなり、表面にCu系金属層を配置することが好ましいことがわかる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、縞状金属板を接合した構造のヒートスプレッダに問題であった熱伝導特性を大きく改良することができたものである。したがって、本発明は高熱伝導特性と低熱膨張特性を併せ持つ、安価なヒートスプレッダとして利用することができ、半導体装置の低コスト化に大きく貢献できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のヒートスプレッダの構造の一例を示す図である。

【図2】本発明のヒートスプレッダの別の構造の一例を※

20※示す図である。

【図3】本発明のヒートスプレッダを用いる半導体装置の構造の一例を示す図である。

【図4】本発明のヒートスプレッダを用いる半導体装置の構造の別の例を示す図である。

【図5】本発明のヒートスプレッダを用いる半導体装置の構造の別の例を示す図である。

【図6】本発明に用いる縞状金属板の製造過程の一例を説明する図である。

【図7】本発明のヒートスプレッダを製造する製造過程の一例を示す図である。

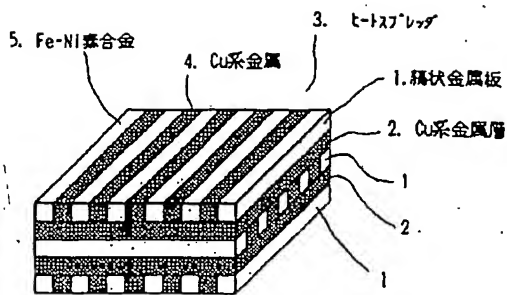
【図8】ヒートスプレッダに発生する反りを模式化したものである。

【図9】従来のヒートスプレッダの構造例を示す図である。

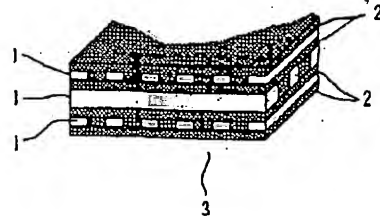
【符号の説明】

1 縞状金属板、2 Cu系金属層、3 ヒートスプレッダ、4 Cu系金属、5 Fe-Ni系合金、6 半導体チップ、7 スラブ、8 ロール、9 複合材コイル、11 リードフレーム、12 ボンディングワイヤ、13 樹脂、14 放熱フィン、15 配線基板、16 ボールパンプ、17 キャップ、18 ピン、19 Agロウ

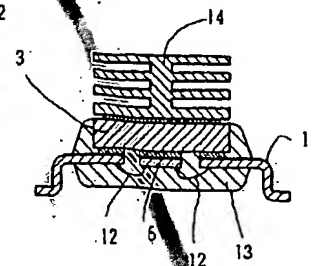
【図1】



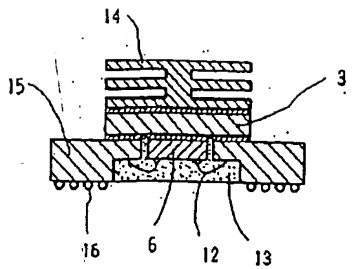
【図2】



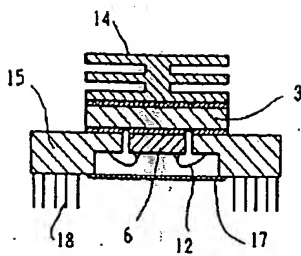
【図3】



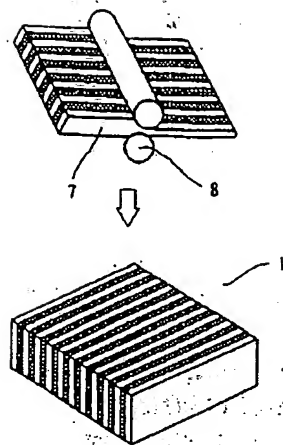
【図4】



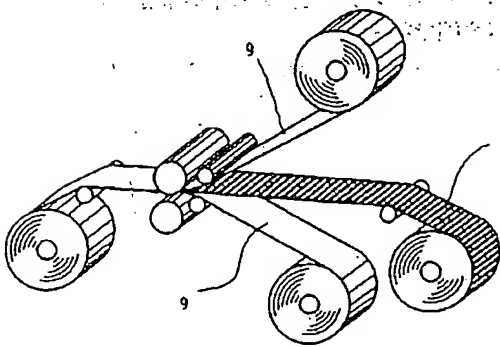
【図5】



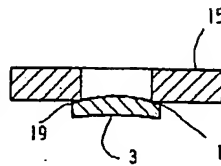
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

